

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DK04/000849

International filing date: 07 December 2004 (07.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DK  
Number: PA 2003 01803  
Filing date: 08 December 2003 (08.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 14 January 2005 (14.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



# Kongeriget Danmark

Patent application No.: PA 2003 01803

Date of filing: 08 December 2003

Applicant:  
(Name and address) Noise Limit Aps  
Delfinvej 1  
DK-3450 Allerød  
Denmark

Title: Boblekøler

IPC: F 28 D 15/02; H 01 L 23/427; F 28 D 1/03

This is to certify that the attached documents are exact copies of the above mentioned patent application as originally filed.



**Patent- og Varemærkestyrelsen**  
Økonomi- og Erhvervsministeriet

06 January 2005

*Pia Høybye-Olsen*  
Pia Høybye-Olsen

**Boblekøler**

- Den indeværende opfindelse angår et lukket system til køling af et eller flere varmeafgivende elementer, hvor systemet omfatter en varmemodtagende del, som er indrettet til at modtage varme fra et varmeafgivende element, en kølefluid til transport af varme, en radiatorenhed til afgivelse af varme til omgivelserne og en kondensator til kondensering af fordampet kølefluid, hvor systemet er indrettet til at der kan skabes en cirkulation af kølefluiden ved den varme, der kommer fra det varmeafgivende element.
- Mange systemer med varmeafgivende elementer har tilknyttede kølesystemer for at undgå en overophedning af og deraf driftsfejl i de varmeafgivende elementer. Sådanne systemer kan være bilmotorer, køleskabe, elektroniske og elektriske komponenter, etc. I nogle af disse tilfælde er det væsentligt, at kølesystemet ikke har nogen bevægelige, mekaniske dele og at det er støjsvagt.
- En køleenhed, i særdeleshed til køling af elektroniske halvlederkomponenter, er beskrevet i US 2003/0 188 858 A1, hvor køleenheden omfatter en varmemodtagende del, som modtager varme fra et varmeafgivende element, en kølende væske, som transporterer varme, og en varmeradiatorenhed, som udstråler genvunden varme til omgivelserne. Der skabes en cirkulerende strømning af den kølende væske pga. en elevationskraft af luftbobler skabt vha. den varme, der modtages af den varmemodtagende del.
- Den væske, der anbefales som kølevæsken i US 2003/0 188 858 A1, er fluorforbindelser, idet den anvendte fluorforbindelse har et kogepunkt på 56°, hvilket anses for at være passende maksimal temperatur for elektroniske komponenter.
- Imidlertid er der den ulempe ved køleenheden beskrevet i US 2003/0 188 858 A1, at valget af kølefluid bestemmer køleenhedens køleegenskaber, herunder den maksimale temperatur for de elektroniske

komponenter under køleenhedens drift. Desuden har disse flourforbindelser relativt dårlige termiske egenskaber.

Derfor er der behov for et system til køling af varmeafgivende elementer, hvor systemet med en given kølefluid kan indstilles til en ønsket maksimal temperatur for de varmeafgivende elementer. I særdeleshed til elektroniske komponenter er der behov for et støjsvagt kølesystem uden mekanisk bevægelige dele, hvor kølesystemet samtidig kan indstilles til en ønsket maksimal temperatur for de varmeafgivende elementer.

10

Dette løses ved et kølesystem af den indledningsvis angivne type, hvor kølefluiden er en blandet kølefluid af to eller flere fluider med forskellige kogepunkter. Hermed kan opnås en kontrolleret og øget kølevirkning i forhold til hvis der kun anvendes én fluid. Typisk vælges der én væske, hvis kogepunktstemperatur ligger under den maksimalt tilladelige temperatur for de(t) varmeafgivende element(er), der køles via kølesystemet. Ved at anvende flere kølefluider med forskellige kogepunkter kan der fjernes mere varme ved den samme cirkulation, end hvis der kun blev anvendt én kølefluid. Dette skyldes, at bidraget til køling fra en kølefluid, der er blandet af fluider med forskellige kogepunkter, dels kommer fra fordampningsvarmen fra én kølefluid, hvis kogepunktstemperatur er lavere end den maksimalt tilladelige temperatur for de(t) varmeafgivende element(er) og som fordamper helt eller delvist, og dels fra opvarmning, hovedsagelig uden fordampning, af den eller de kølefluider i den blandede kølefluid med højere kogepunkt. Den fluid i den blandede kølefluid med det højeste kogepunkt vil typisk kun fordampe i et begrænset omfang, idet den er valgt således at deres fordampningstemperatur ligger over den maksimale temperatur, som der ønskes kølet til; imidlertid bidrager denne/disse fluid(er) naturligvis også til varmetransport. Idet fluiden med det højeste kogepunkt typisk kun vil fordampe i et begrænset omfang, er tørkogning af systemet typisk ikke er muligt i modsætning til et kølesystem med en enkelt kølefluid. Teoretisk set kunne temperaturen overstige kogepunktstemperaturen for fluiden med det

15

20

25

30

højeste kogepunkt; i et sådant tilfælde bidrager fordampningsvarmen for fluiden med det højeste kogepunkt dog stadig til at stabilisere temperaturen.

5 Kondensatoren kan være sammenbygget med radiatorenheden således at kondensat og kølefluidblanding løbende blandes i takt med at den fordampede kølefluid kondenseres. Hvis kondensatoren og radiatorenheden ikke er sammenbygget, blandes den kondenserede kølefluid og kølefluidblandingen efter kondenseringen, således at det oprindelige blandingsforhold genetableres, uanset udformningen af kondensatoren og  
10 radiatorenheden. Radiatorenheden og kondensatoren kan være kølet via naturlig konvention, tvungen konvention eller alternativt af et aktivt kølesystem, såsom en kompressorkøler.

I en fordelagtig udførelsesform for opfindelsen er en første fluid i den  
15 blandende kølefluid vand. Vand har den fordel at det er billigt og let tilgængeligt samtidig med at det ikke indebærer nogen forureningsrisici ved eventuelle utætheder. I endnu en fordelagtig udførelsesform for kølesystemet er en anden fluid i den blandede kølefluid valgt blandt følgende muligheder: ethanol, methanol eller acetone, idet disse fluider har særdeles gode  
20 termiske egenskaber og hensigtsmæssige kogepunktstemperaturer. Generelt kan der som kølefluid fordelagtigt anvendes en blanding mellem vand og en hvilken som helst væske, som nemt går på dampform og som er blandbar med eller absorberbar i vand. Sådanne andre muligheder er ammoniak, flourforbindelserne 3M® FC-72 og 3M® FC 82, m.fl.

25 Ifølge en foretrukken udførelsesform er kølesystemet sat under et veldefineret tryk. Hermed kan kølefluidens kogepunktstemperatur reguleres på en enkel måde. Dette bevirker, at der som kølefluid til køling til en given maksimal temperatur kan anvendes en lang række forskellige kølefluider. Det  
30 er underforstået, at det veldefinerede tryk, som kølesystemet er sat under, er veldefineret, når systemet ikke er i drift, dvs. når alle dele af systemet i det væsentlige har en given temperatur, f.eks. stuetemperatur. Dette veldefinerede tryk kan fordelagtigt indstilles under fremstilling af



kølesystemet. Når kølesystemet er i drift, vil kølefluiden blive opvarmet og trykket i systemet vil typisk ændre sig.

- 5 Ifølge en foretrukken udførelsesform er det veldefinerede tryk, som kølefluiden er sat under, veldefineret således, at kølefluidens kogepunktstemperatur er reguleret i relation til den temperatur, som det eller de varmeafgivende elementer ønskes kølet til. Hermed kan den temperatur, som det eller de varmeafgivende elementer ønsket kølet til, eller den maksimalt tilladelige temperatur reguleres for en given kølefluid. Det skal
- 10 bemærkes, at det veldefinerede tryk både kan være atmosfærisk tryk, ligge over atmosfærisk tryk såvel som ligge under atmosfærisk tryk afhængigt af den valgte kølefluid og den ønskede maksimale temperatur for de varmeafgivende elementer. Naturligvis kunne det i visse tilfælde være hensigtsmæssigt at vælge en anderledes kølefluid frem for at sætte en given
- 15 kølefluid under et veldefineret tryk; imidlertid kan det enten være vanskeligt at finde en kølefluid med den ønskede kogepunktstemperatur, og i visse tilfælde kan en sådan kølefluid eksistere, men samtidig indebære andre ulemper i form af f.eks. høj pris, giftighed, etc.
- 20 Ifølge endnu en fordelagtig udførelsesform, er det veldefinerede tryk, som kølesystemet er sat under, et undertryk i forhold til atmosfærisk tryk. Dette er i særdeleshed en fordel, når der anvendes en blanding af vand og ethanol, methanol eller acetone. Valget af undertryk afhænger af valget af fluider; i denne forbindelse skal det bemærkes, at hvis det vælges at anvende en
- 25 blanding af vand og ammoniak som kølefluid, vil det veldefinerede tryk fordelagtigt være et overtryk. Det skal desuden bemærkes, at der kan anvendes praktisk talt et hvilket som helst undertryk, helt ned til vacuum, afhængigt af den valgte kølefluid.
- 30 Kølesystem systemet omfatter fordelagtigt en boblepumpe mellem den varmemodtagende del og radiatorenheden, hvor boblepumpen har et udløb i radiatorenheden eller i en tilslutning til denne, hvor radiatorenheden har en grænseflade mellem væske og gas og hvor boblepumpen har et udløb, som

- ligger over radiatorenhedens grænseflade mellem væske og gas i kølesystemets funktionsmæssige orientering. Når boblepumpens udløb ligger over radiatorenhedens grænseflade mellem væske og gas sikres en hensigtsmæssig cirkulation af kølefluiden i kølesystemet, idet tilbageløb af fluiden i boblepumpen undgås. Endvidere kan boblepumpens udløb være afskåret skråt for at lette udløbet af kølefluiden fra boblepumpen. Ved udtrykket "kølesystemets funktionsmæssige orientering" menes den orientering, som kølesystemet forventes at have under dets drift. Ved stationære apparater, hvoraf et varmeafgivende element ønskes kølet, vil orienteringen typisk hovedsagelig forblive uændret; ved køling af dele af en bærbar computer eller andre bærbare elektroniske enheder, vil kølesystemets orientering typisk ændre sig, når den bærbare enhed transporteres, men enheden vil typisk være tiltænkt til anvendelse i en begrænset variation af orienteringer.
- Ifølge endnu en fordelagtig udførelsesform er kølesystemet indrettet til at mere end ét varmeafgivende element kan være placeret langs den varmemodtagende del af kølesystemet. En måde, hvormed dette kan tilvejebringes, er at indrette størrelsen af den varmemodtagende del af kølesystemet således at den kan modtage varme fra mere end ét varmeafgivende element. En anden måde er at forsyne kølesystemet med mere end én varmemodtagende del, hvor hver varmemodtagende del kan modtage varme fra ét eller flere varmeafgivende elementer. At mere end ét varmeafgivende element kan være placeret langs den varmemodtagende del af kølesystemet kan både give en fordel mht. pladsbesparelse og mht. en øget cirkulation af kølefluiden.
- Ifølge endnu en fordelagtig udførelsesform for kølesystemet ifølge opfindelsen omfatter den varmemodtagende del en varmeudvekslende flade som er indrettet til at grænse op imod et varmeafgivende element. Hermed er kølesystemet indrettet til at modtage varme fra et varmeafgivende element, som grænser op til den varmeudvekslende flade. Den varmeudvekslende flade vil typisk være udformet til at modsvare formen af det eller de

varmeafgivende elementer, som det skal afkøle. Fortrinsvis er den varmeudvekslende flade af kølesystemets varmemodtagende element(er) fremstillet af et varmeledende materiale. Konkrete eksempler på velegnede materialer er aluminium, kobber, sølv, guld eller legeringer indeholdende et eller flere af disse materialer

Det er endvidere fordelagtigt, hvis et varmeafgivende element, som den varmемodtagende del modtager varme fra, er integreret i den varmемodtagende del og er i direkte kontakt med kølefluiden i kølesystemet. Hermed er varmeudvekslingen mellem det varmeafgivende element og den varmемodtagende del optimeret. Integreringen mellem det varmeafgivende element, der ønskes kølet, og den varmемodtagende del af kølesystemet vil fordelagtigt foretages under fremstillingen af kølesystemet, således at dette tilpasses til det varmeafgivende element, der ønskes kølet, og dets eventuelle elektriske forbindelser til andre elementer.

Endvidere er det fordelagtigt hvis den varmемodtagende del af kølesystemet omfatter flere adskilte væskekamre. Den varmемodtagende del kan eksempelvis være udført som et lukket, ekstruderet profil, hvor lysningen kan være fri eller opdelt i flere kamre og hvor enderne forbindes til kølesystemets øvrige dele ved hjælp af manifolde. I en særlig udførelsesform kan den ekstruderede profil fungere helt eller delvist som rørsystem og/eller boblepumpe. I denne udførelsesform kan én eller flere varmемodtagende dele endvidere indgå som en integreret del af det ekstruderede profil.

Kølesystemet er fortrinsvis fremstillet af et diffusionstæt materiale. Ved udtrykket et "diffusionstæt materiale" forstås et materiale, som ikke medfører større diffusion mellem kølesystemet og omgivelserne i løbet af systemets tiltænkte levetid end der kan tillades for, at systemet virker efter hensigten i hele dets tiltænkte levetid. Hvis kølesystemet anvendes til computere, vil dets tiltænkte levetid typisk være af størrelsesordenen 4-5 år, og i særlige tilfælde ned til 2 år eller op til 10 år. Hvis forskellige dele af kølesystemet er fremstillet af forskellige materialer, gælder det selvfølgelig, at alle materialer såvel som



deres samlinger skal være diffusionstætte. Egnede materialer kan være kobber, sølv, aluminium, jern eller legeringer indeholdende ét eller flere af disse materialer. Endvidere kan en eller flere dele af kølesystemet udføres i plastmateriale, hvis dette gøres diffusionstæt i henhold til ovenstående definition af udtrykket. Dette kan for eksempel gøres ved at der indgår et metallag i plastmaterialet; et sådant metallag kan eksempelvis være pådampet plastmaterialet.

Opfindelsen angår endvidere et elektronisk apparat med et eller flere elementer, som ønskes kølet under det elektroniske apparats drift, idet det elektroniske apparat omfatter et kølesystem ifølge opfindelsen.

Endelig angår opfindelsen anvendelse af det lukkede kølesystem til køling af elektroniske komponenter. Sådanne elektroniske komponenter kan f.eks. være microchips, CPU'er, halvlederindretninger, etc., i computere eller andre elektroniske indretninger. I særdeleshed inden for området med køling af elektroniske komponenter er kølesystemet ifølge opfindelsen fordelagtig, idet det er støjsvagt, er uden mekanisk bevægelige elementer og idet det igangsættes automatisk via den varme, de elektroniske komponenter afgiver.

Det skal bemærkes, at udtrykket "kølefluid" betegner en fluid, som enten består af en enkelt fluid eller som er en blanding af to eller flere fluider.

Det skal endvidere bemærkes, at kølesystemet kan omfatte mere end én kondensator og/eller mere end én radiatorenhed. I sådanne tilfælde kan kondensatorenhederne henholdsvis radiatorenhederne være anbragt i serie eller i parallel eller en kombination af disse.

Opfindelsen vil nu blive beskrevet nærmere med henvisning til tegningens figurer, hvor:

Fig. 1 viser et kølesystem, hvor der cirkuleres en kølefluid;

Fig. 2 viser et alternativt kølesystem;

Fig. 3 og 4 viser kølesystemer med to varmemodtagende dele;

- 5 Fig. 3a-d viser forskellige udformninger af indløb og udløb til en varmemodtagende del af kølesystemet;

Fig. 5 og 6 viser kølesystemer, hvor flere komponenter er anbragt parallelt;

- 10 Fig. 7 og 8 viser udformningen af udløbet af en boblepumpe i et kølesystem.

Ens henvisningstal betegner ens elementer i alle figurernes forskellige udførelsesformer, og elementer, som er beskrevet i forbindelse med én figur vil ikke blive beskrevet nærmere i forbindelse med efterfølgende figurer.

15

- Fig. 1 viser et kølesystem 100, hvor der cirkuleres en kølefluid 4. Kølesystemet 100 er selvcirkulerende, idet der skabes en cirkulerende strømning af kølefluiden 4 ved hjælp af en boblepumpe 1, dvs. pga. en elevationskraft af bobler af fordampet kølefluid 3 skabt vha. varme der er modtaget af en varmemodtagende del 6. Kølesystemet er et lukket system, som er sat under et veldefineret tryk således, at kølefluiden koger (dvs. fordamper) ved en ønsket temperatur. Kølefluiden er en blanding af to eller flere fluider med forskellige kogepunkter, hvor en første fluid har det laveste kogepunkt. Den første fluid er valgt således at dette laveste kogepunkt ligger ved en temperatur som det er hensigtsmæssigt at køle varmeafgivende elementer til. De vandrette, stiplede streger betegner kølefluid 4 på væskeform, medens cirklerne eller ovalerne 3 betegner kølefluid på gasform i kølefluiden 4 på væskeform.
- 20
- 25

- 30 Kølesystemet tilføres energi i form af varme  $Q_1$  tilført til den varmemodtagende del 6. Hermed opvarmes den første fluid til sit kogepunkt og en del af den fordamper. Den fordampede kølefluid stiger herefter op i boblepumpen 1 i form af bobler. Mellem boblerne vil der være opvarmet

kølefluid, som transporteres op gennem boblepumpen ved hjælp af den cirkulation af kølefluiden, der skabes af de opadstigende bobler.

Fluiden forlader boblepumpen 1 ved et udløb 5 og består således typisk dels af fordampet (dvs. gasformig) kølefluid og opvarmet, væskeformig kølefluid. Boblepumpen 1 løber ud i en kondensator 10 som er i forbindelse med en radiatorenhed 9. Den fordampede kølefluid, som forlader boblepumpen 1's udløb 5, ledes til kondensatoren 10, som er udformet til at transportere fordampningsvarmen  $Q_{\text{fordampning}}$  til omgivelserne, hvorved den fordampede kølefluid kondenserer til kondenseret fluid 8 og eventuelt også køles yderligere. Den opvarmede, væskeformige kølefluid, som forlader boblepumpen 1's udløb, ledes til radiatorenheden 9, hvor den køles og således afgiver energien  $Q_{\text{fluid}}$  til omgivelserne. Den varme  $Q_2$ , som afgives til omgivelserne fra kondensatoren og radiatorenheden, er således lig med  $Q_2 = Q_{\text{fordampning}} + Q_{\text{fluid}}$ . I fig. 1 og de øvrige figurer er det fordelagtigt, hvis den varme  $Q_1$ , som kølesystemet modtager, er lig med den varme  $Q_2$ , som radiatorenheden og kondensatoren tilsammen afgiver til omgivelserne, således at kølesystemet løbende afgiver den samme mængde varme som det modtager. Radiatorenheden 9 og kondensatoren 10 er også i forbindelse med hinanden nedstrøms for varmeafgivelsen således, at kondenseret fluid 8 og afkølet kølefluid 4 blandes efter varmeafgivelsen.

Det skal bemærkes, at udformningen af kølesystemet og væskestanden inden i kølesystemet fordelagtigt er indrettet således, at boblepumpens udløb 5 ligger over væskestanden i systemet som vist i fig. 1. Dette foranlediger en hensigtsmæssig cirkulation af kølefluid i systemet. Imidlertid ville et kølesystem, hvor boblepumpen 1's udløb 5 ligger under væskestanden dog kunne fungere. Det skal endvidere kort bemærkes, at boblepumpen 1 er således den del af kølesystemet, som befinder sig mellem den varmefordagende del 6 og udløbet 5.

Radiatorenheden 9 og kondensatoren 10 kan være kølet via naturlig konvention, tvungen konvention eller alternativt ved hjælp af et aktivt

kølesystem, såsom en kompressorkøler. Den varmemodtagende del 6 kan ligeledes udformes på forskellige, hensigtsmæssige måder, hvor et fællestræk er at der på den varmemodtagende del 6's yderside er en kontaktflade til overførsel af varme fra et varmeafgivende element, hvor

5 udformningen af kontaktfladen er indrettet til at grænse op imod et varmeafgivende element. Hvis det varmeafgivende element har en plan overflade, vil den varmemodtagende del således typisk også være udformet med en plan overflade for at kunne grænse op til det varmeafgivende element. Desuden er den indvendige overflade hensigtsmæssigt udformet

10 således, at der sikres en god varmekontakt til kølefluiden, f.eks. vha. finner, stave, eller lignende. Den varmemodtagende del 6 kan også være udformet således, at den varmeafgivende komponent, som kan køles ved hjælp af kølesystemet, er placeret direkte i kontakt med kølefluiden (ikke vist). Efter sammenblandingen af den kondenserede kølefluid og den nedkølede

15 kølefluid fra kondensatoren 10 og radiatorenheden 9 ledes den blandede kølefluid tilbage til den varmemodtagende del 6 gennem et rørsystem 11, således at kølefluiden fortsat kan cirkulere i det lukkede kølesystem.

Den udvendige del af kondensatoren 10 og radiatorenheden 9 er forsynet

20 med ribber 15 for at forøge varmeudvekslingen med omgivelserne. Desuden kan det indre af kondensatoren 10 og/eller radiatorenheden såvel som det indre af den varmemodtagende del 6 være forsynet med ribber, finner, eller lignende for at forøge varmeudvekslingen.

25 Den varmemodtagende del 6 er placeret på et lodret rørstykke; imidlertid kunne den også være placeret på en vandret del af rørsystemet. På grund af at boblepumpen har et udløb 5 placeret over væskestanden i systemet ville cirkulationen blive drevet i pilenes retning i fig. 1, også selv om den varmemodtagende del 6 var placeret i en vandret del af rørsystemet.

30

Fig 2 viser et alternativt kølesystem 110 ifølge opfindelsen. Dette kølesystem 110 omfatter også en varmemodtagende del 6, en boblepumpe 1 med et udløb 5 samt et rørsystem 11. I kølesystemet 110 er igen en

kølefluid, hvoraf en del kan være gasformig (fordampet) 3 og en del kan være i væskeform 4. I fig. 2 er kølesystemet 110's radiatorenhed og kondensator sammenbygget til én enhed 2, således at kondensat og kølefluid løbende blandes i takt med, at gassen 3 kondenseres.

5

Fig. 3 og 4 viser kølesystemer 120 henholdsvis 130 med to varmemodtagende dele 6 og 7. I fig. 3 er den ene varmemodtagende del 6 placeret på en lodret del af rørsystemet, medens den anden varmemodtagende del 7 er placeret på en vandret del af rørsystemet. I fig. 4 er den begge de varmemodtagende dele 6 og 7 placeret på en lodret del af rørsystemet. I både fig. 3 og 4 sker cirkulationen af kølefluiden i pilenes retning. De varmemodtagende dele 6, 7 kunne være placeret i en vilkårlig del af rørsystemet. Det skal kort bemærkes, at boblepumpen i fig. 3 og 4 er den del af rørsystemet, som befinder sig mellem den varmemodtagende del 7 og rørets udløb 5.

15

I fig. 3 og 4 er størrelsen af boblerne af fordampet kølefluid tegnet større i cirkulationens retning fra den første varmemodtagende del 7 til den anden varmemodtagende del og op til boblepumpen 1's udløb 5, medens der nedstrøms for den første varmemodtagende del 7 ikke er nogen bobler. Dette skal anskueliggøre, at kølefluiden nedstrøms for den første varmemodtagende del 7 i det væsentlige er helt i væskeform, medens en del af kølefluiden fordamper ved passage gennem den første varmemodtagende del 7 og endnu en del af kølefluiden fordamper ved passage gennem den anden varmemodtagende del 6.

20

25

Den varmemodtagende del 7 modtager varmen  $Q_{1b}$  fra et varmeafgivende element, medens den varmemodtagende del 6 modtager varmen  $Q_{1a}$  fra et varmeafgivende element, som kan være det samme element som afgiver varme til den varmemodtagende del 7 eller som kan være et andet varmeafgivende element. Kølesystemet kan omfatte mere end to varmemodtagende dele placeret langs rørsystemets vandrette og/eller lodrette dele.

30



- Fig. 3a-d viser forskellige udformninger af indløb og udløb til en varmemodtagende del af kølesystemet. Orienteringen af figurerne er således, at opad på figurerne svarer til opad i systemet. I fig. 3a-d er vist
- 5 varmemodtagende dele 6 eller 7, som hver især er i forbindelse med et indløbsrør 11a og et udløbsrør 11b. I alle figurerne 3a-d er der i kølesystemets drift en strømning af kølefluid igennem den varmemodtagende del 6, 7.
- 10 I fig. 3a er indløbsrøret 11a og udløbsrøret 11b orienteret vandret. Indløbsrøret 11a er i forbindelse med den varmemodtagende del 7's venstre side og udløbsrøret 11b er i forbindelse med den varmemodtagende del 7's højre side. Indløbsrøret 11a er placeret længere nede end udløbsrøret 11b. I fig. 3b er indløbsrøret 11a igen vandret og placeret til venstre for den
- 15 varmemodtagende del 6. Udløbsrøret 11b er orienteret lodret og har forbindelse med toppen af den varmemodtagende del. I fig. 3c er indløbsrøret 11a orienteret lodret og er i forbindelse med bunden af den varmemodtagende del 7, medens udløbsrøret 11b er vandret og i forbindelse med den varmemodtagende dels højre side, øverst oppe. Endelig er både
- 20 indløbsrøret 11a og udløbsrøret 11b i fig. 3d vandrette og i forbindelse med den varmemodtagende del 6's venstre side set i tegningens plan. I fig. 3d ligger udløbsrøret 11b over indløbsrøret 11a. Det skal bemærkes, at fig. 3a-d blot giver eksempler på udførelsesformer for placeringerne og orienteringerne af indløbs- og udløbsrør til den varmemodtagende del af
- 25 kølesystemet. Selv om indløbs- og udløbsrørene i de givne eksempler enten er lodret eller vandret orienterede, er dette ikke nødvendigt, idet deres orienteringer også kunne være skrå. Det foretrækkes, men er ikke strengt nødvendigt for at kølesystemet kan virke, at udløbet fra en varmemodtagende del af kølesystemet er placeret i samme niveau eller
- 30 højere oppe end indløbet, idet dette bevirker at bobler af fordampet kølefluid naturligt bevæger sig mod udløbet. Det skal endvidere bemærkes, at de forskellige udførelsesformer for indløbs- og udløbsrør til/fra en

varmemodtagende del af kølesystemet kan kombineres vilkårligt efter ønske, når kølesystemet indeholder mere end én varmemodtagende del.

Fig. 5 og 6 viser kølesystemer 140 henholdsvis 150, hvor flere komponenter er anbragt parallelt. I fig. 5 indeholder kølesystemet 140 en varmemodtagende del 6, som modtager varmen  $Q_1$ . Boblepumpen 1 er opdelt i to rør som hver især udmunder i den sammenbyggede radiatorenhed og kondensator 2. I fig. 6 består kølesystemet 150 af to parallelle boblepumper 1a og 1b, hvor der nedstrøms for den ene boblepumpe 1a er to varmemodtagende dele 6 henholdsvis 7, som modtager varmen  $Q_{1a}$  henholdsvis  $Q_{1b}$ . Nedstrøms for den anden boblepumpe 1b er to varmemodtagende dele 12 henholdsvis 13, som modtager varmen  $Q_{1c}$  henholdsvis  $Q_{1d}$ , placeret i serie med hinanden og parallelt med boblepumpen 1b og de varmemodtagende dele 6 og 7. Som i de øvrige figurer er det fordelagtigt, hvis den varme  $Q_1 = Q_{1a} + Q_{1b} + Q_{1c} + Q_{1d}$ , som kølesystemet modtager, er lig med den varme  $Q_2$ , som radiatorenheden og kondensatoren tilsammen afgiver til omgivelserne, således at kølesystemet løbende afgiver den samme mængde varme som det modtager.

Ved placering af flere varmemodtagende dele på samme cirkulationsstreng, dvs. nedstrøms for samme boblepumpe, vil fordelingen af den varme, der går til opvarmning henholdsvis fordampning, være forskellig fra element til element. Dette kan forårsage, at den først placerede varmemodtagende del (i kølefluidens cirkulationsretning) i en cirkulationsstreng kan køle til en lavere temperatur end opstrøms varmemodtagende del(e); dog vil alle varmemodtagende dele køle til en temperatur svarende til den første fluids kogepunktstemperatur. Det skal desuden bemærkes, at cirkulationshastigheden i kølesystemet typisk øges ved anvendelse af flere varmemodtagende dele.

Fig. 7 og 8 viser udformningen af udløbet 5 af en boblepumpe 1 i et kølesystem. I fig. 7 er udløbet 5 af boblepumpen 1 orienteret vandret og over væskestanden i den sammenbyggede radiatorenhed og kondensator 2. I fig.

- 8 er udløbet 5 orienteret lodret og stadig placeret over væskestanden i den sammenbyggede radiatorenhed og kondensator 2. Imidlertid kunne orienteringen af boblepumpen 1's udløb 5 være orienteret vilkårligt; dog er det mest fordelagtigt, hvis udløbet 5 er placeret over væskestanden i den sammenbyggede radiatorenhed og kondensator 2. Desuden kan udløbet 5 af boblepumpen 1 være afskåret i en vilkårlig ønsket vinkel.

Det skal bemærkes, at vilkårlige træk ved de forskellige udførelsesformer vist i de forskellige figurer kan kombineres, hvis det er hensigtsmæssigt.

- 10 Endvidere skal det bemærkes, at kølesystemets rør kan udføres i stive rør eller rør, der er fleksible enten som følge af deres udformning eller som følge af det valgte materiale. Endvidere kan kølesystemets rør og rør i kondensator/radiator kan være udført i en passende vilkårlig profil, der f.eks.
- 15 kan være rund, oval, rektangulær, kvadratisk eller en kombination af disse og lysningen kan være fri eller opdelt i flere kamre. Ligeledes kan orienteringen af kølesystemets rør være skrå, selv om alle rør i figurerne er vist enten lodret eller vandret.
- 20 Selv om det varmemodtagende element i figurerne er vist firkantet, kan enhver varmemodtagende del, set fra alle retninger, være udført med andre faconer, såsom rund, oval, rektangulær, kvadratisk eller en kombination af disse. Dog er det mest hensigtsmæssigt at den varmemodtagende del har en kontaktflade, der er tilpasset til formen af det varmeafgivende element; typisk vil kontaktfladen være plan. Det skal bemærkes, at kontaktfladen af den varmemodtagende del er den del af den varmemodtagende dels varmeudvekslende flade, som er i kontakt med det eller de varmeafgivende elementer
- 25
- 30 Indersiden af det varmemodtagende element kan være forsynet med ribber, stave eller andet for at forøge kontaktarealet til kølefluiden. Disse arealforøgende elementer kan eksempelvis udføres som påloddede

elementer eller være fremkommet ved f.eks. sintring, støbning, presning, ekstrudering eller spåntagende bearbejdning.

5       Systemet kan endvidere også være udformet med en kontraventil i rørsystemet for at sikre den rette strømningsretning af kølefluiden. En sådan kontraventil vil hensigtsmæssigt være placeret nedstrøms for kølesystemets (første) varmemodtagende del.

10       Kølesystemet ifølge opfindelsen kan hensigtsmæssigt anvendes, hvor støjssvag køling ønskes, f.eks. til bærbare eller stationære computere, elektronik, overhead projektorer, beamere, aircondition systemer, mv.

## PATENTKRAV

1. Lukket system (100, 110, 120, 130, 140, 150) til køling af et eller flere varmeafgivende elementer, hvor systemet omfatter en varmemodtagende del (6, 7), som er indrettet til at modtage varme fra et varmeafgivende element, en kølefluid (4) til transport af varme, en radiatorenhed (2, 9) til afgivelse af varme til omgivelserne og en kondensator (2, 10) til kondensering af fordampet kølefluid (3), hvor systemet (100, 110, 120, 130, 140, 150) er indrettet til at der kan skabes en cirkulation af kølefluiden (4) ved varme fra det varmeafgivende element, **kendetegnet ved**, at kølefluiden (4) er en blandet kølefluid (4) af to eller flere fluider med forskellige kogepunkter.
2. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at en første fluid i den blandede kølefluid (4) er vand.
3. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge krav 1 eller 2, **kendetegnet ved**, at en anden fluid i den blandede kølefluid (4) er valgt blandt følgende muligheder: ethanol, methanol eller acetone.
4. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 3, **kendetegnet ved**, at kølesystemet (100, 110, 120, 130, 140, 150) er sat under et veldefineret tryk.
5. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge krav 4, **kendetegnet ved**, at det veldefinerede tryk, som kølesystemet (100, 110, 120, 130, 140, 150) er sat under, er veldefineret således, at den blandede kølefluids kogepunktstemperatur er reguleret i relation til den temperatur, som det eller de varmeafgivende elementer ønskes kølet til.
6. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge krav 4 eller 5, **kendetegnet ved**, at det veldefinerede tryk, som kølesystemet er sat under, er et undertryk i forhold til atmosfærisk tryk.



7. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 6, kendetegnet ved, at systemet (100, 110, 120, 130, 140, 150) omfatter en boblepumpe (1) mellem den varmemodtagende del (6, 7) og radiatorenheden (2, 9), hvor boblepumpen (1) har et udløb (5) inden i radiatorenheden (2, 9), hvor radiatorenheden (2, 9) har en grænseflade mellem væske og gas og hvor boblepumpen (1) har et udløb (5), som ligger over radiatorenhedens (2, 9) grænseflade mellem væske og gas i kølesystemets funktionsmæssige orientering.
- 10 8. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 7, kendetegnet ved, det er indrettet til at mere end ét varmeafgivende element kan være placeret langs en varmemodtagende del (6, 7) af kølesystemet (100, 110, 120, 130, 140, 150).
- 15 9. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 8, kendetegnet ved, at de(n) varmemodtagende dele (6, 7) omfatter en varmeudvekslende flade, som er indrettet til at grænse op imod et varmeafgivende element.
- 20 10. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge krav 9, kendetegnet ved, at den varmeudvekslende flade er fremstillet af et varmeledende materiale.
- 25 11. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 10, kendetegnet ved, at et varmeafgivende element, som en varmemodtagende del (6, 7) modtager varme fra, er integreret i den varmemodtagende del (6, 7) og er i direkte kontakt med kølefluiden (4) i kølesystemet.
- 30 12. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 11, kendetegnet ved den varmemodtagende del omfatter flere adskilte væskekamre.

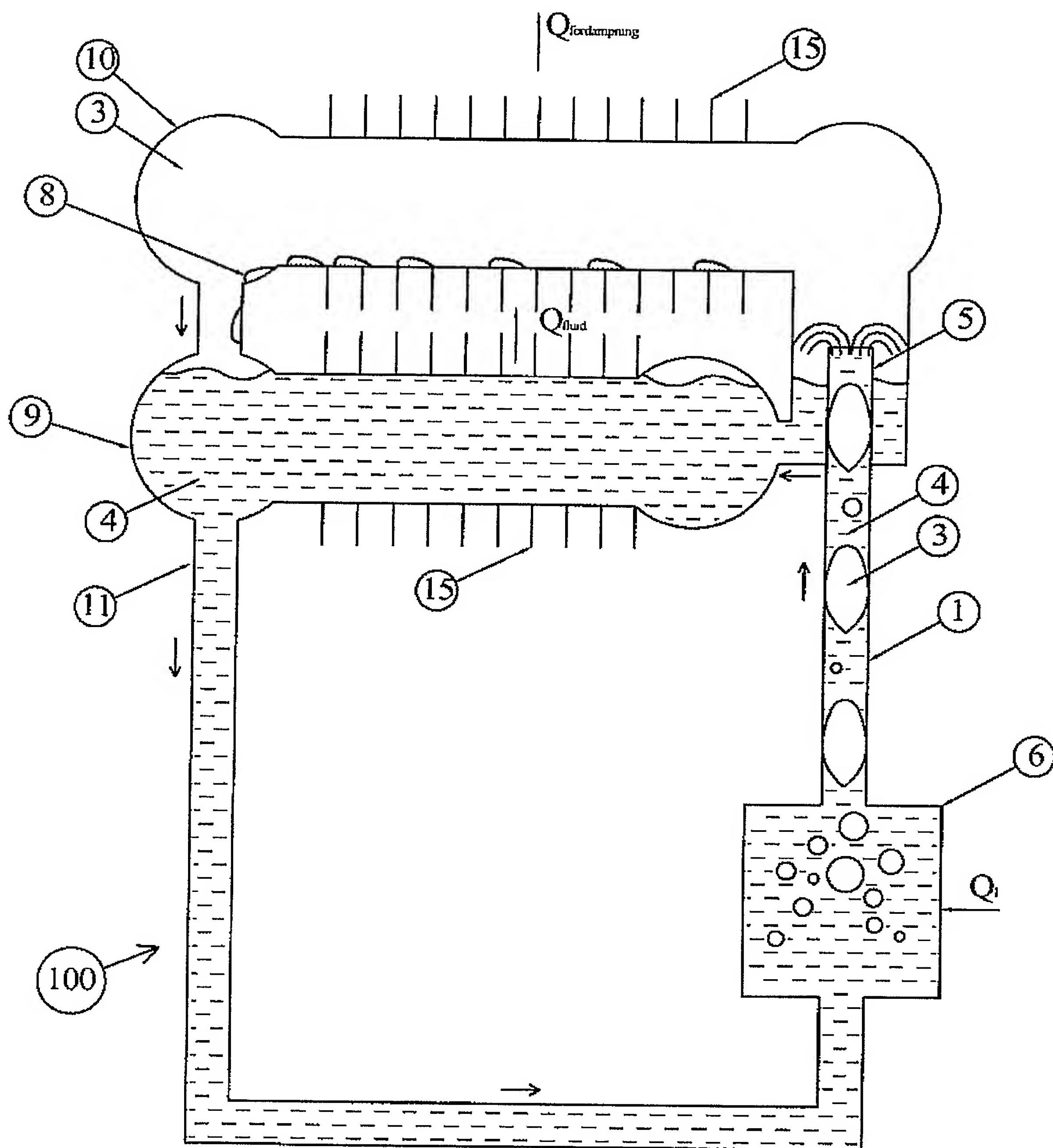
13. Kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 12, kendetegnet ved at kølesystemet (100, 110, 120, 130, 140, 150) er fremstillet af et diffusionstæt materiale.
- 5 14. Elektronisk apparat med et eller flere elementer, som ønskes kølet under det elektroniske apparats drift, kendetegnet ved, at det elektroniske apparat omfatter et kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 13.
- 10 15. Anvendelse af lukket system (100, 110, 120, 130, 140, 150) til køling ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 13 til køling af elektroniske komponenter.

## SAMMENDRAG

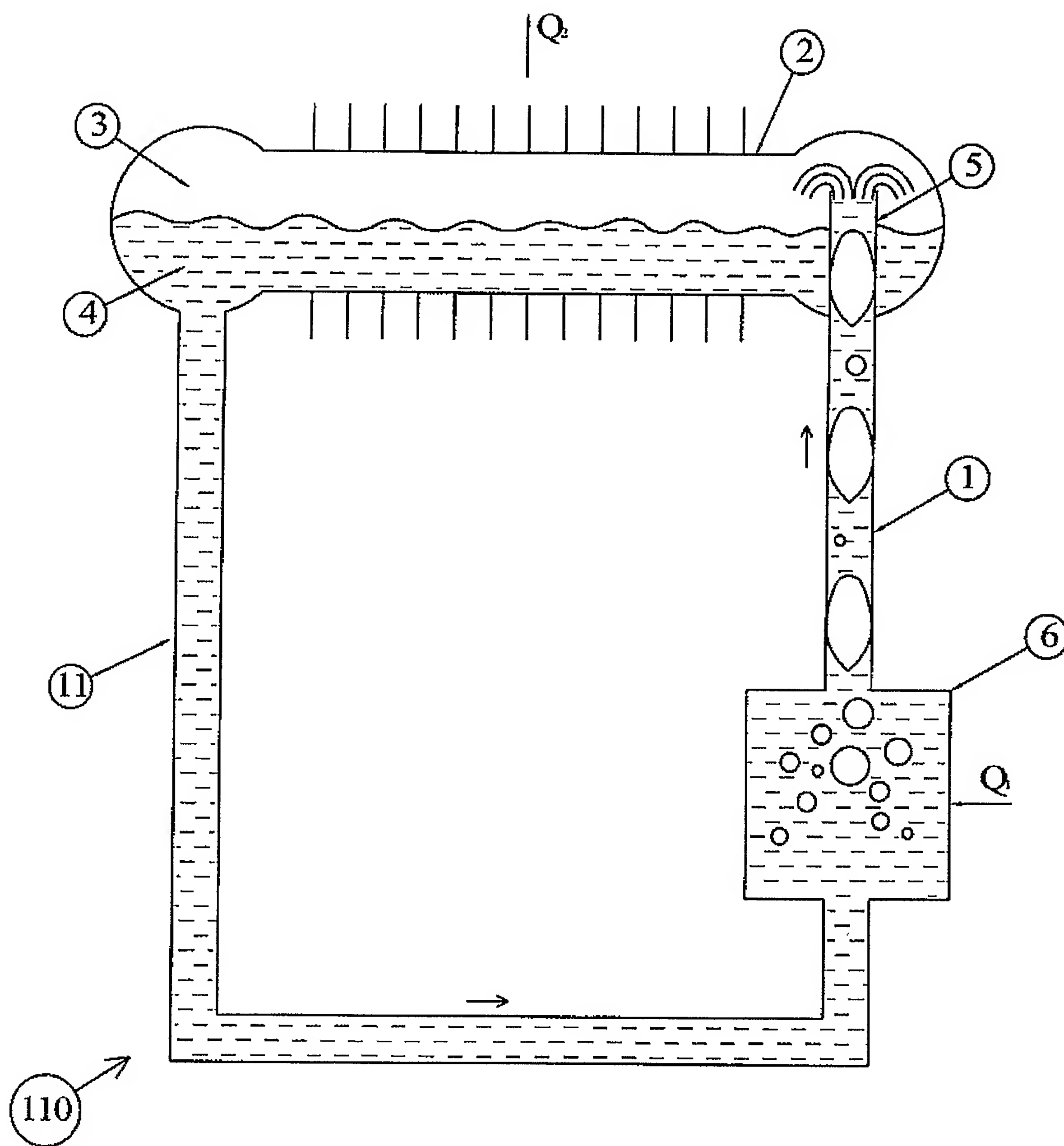
Opfindelsen angår et lukket kølesystem (100, 110, 120, 130, 140, 150) uden mekaniske bevægelige dele til køling af varmeafgivende elementer.

- 5 Systemet (100, 110, 120, 130, 140, 150) består i sin grundform af følgende komponenter: en boblepumpe (1), en kondensator (2, 10), en radiatorenhed (2, 9), et rørsystem, en eller flere varmemodtagende dele (6, 7) og en kølefluid (4). Kølefluiden (4) består af en blanding af flere væsker med forskellige kogepunkter. Trykket i systemet (100, 110, 120, 130, 140, 150) er
- 10 justeret således, at der for en given kølefluid (4) opnås et kogepunkt, der ligger på eller under den maksimalt tilladelige temperatur for den eller de varmeafgivende elementer, der ønskes kølet.

(fig. 1)

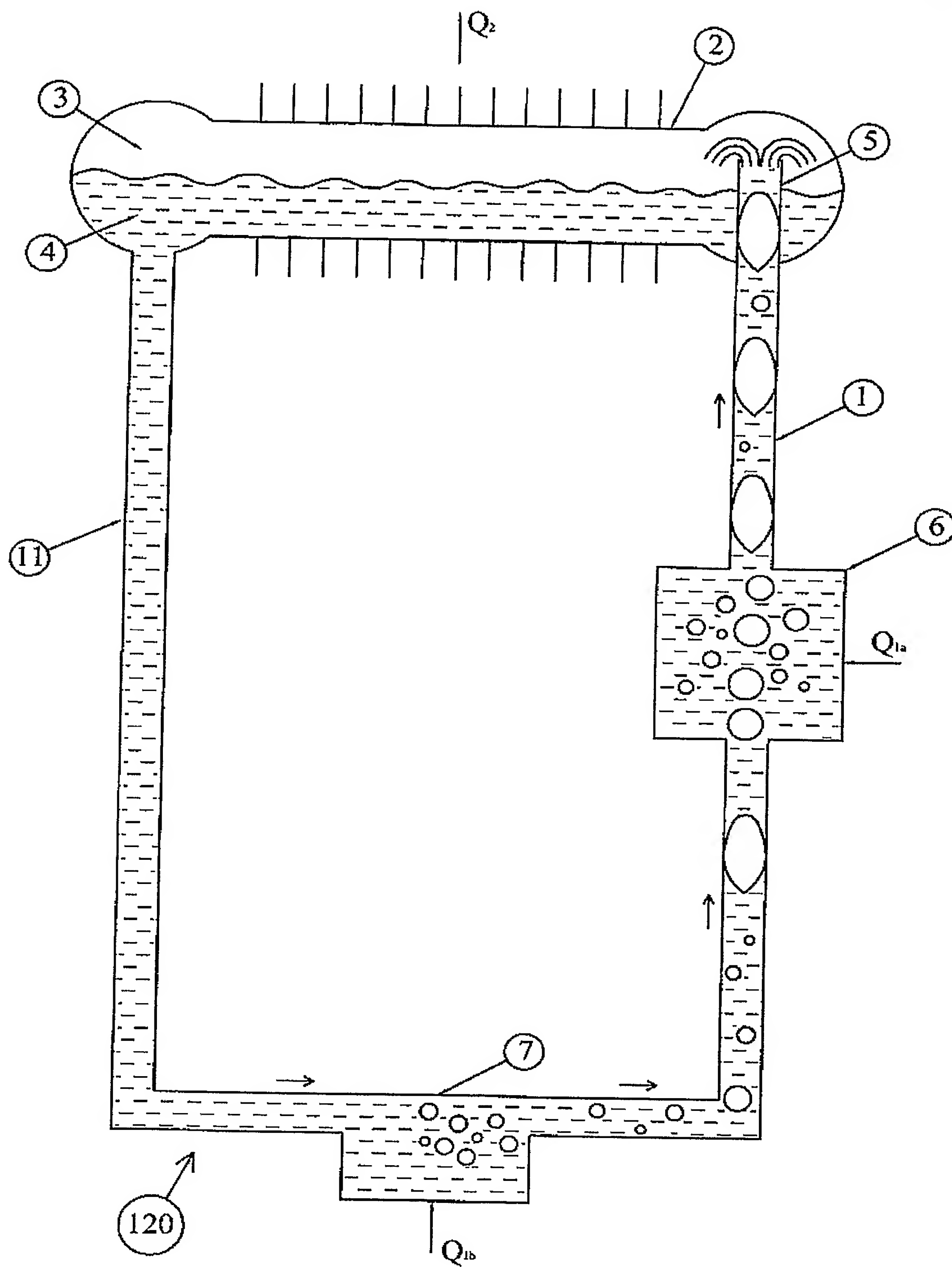


Figur 1



Figur 2





Figur 3

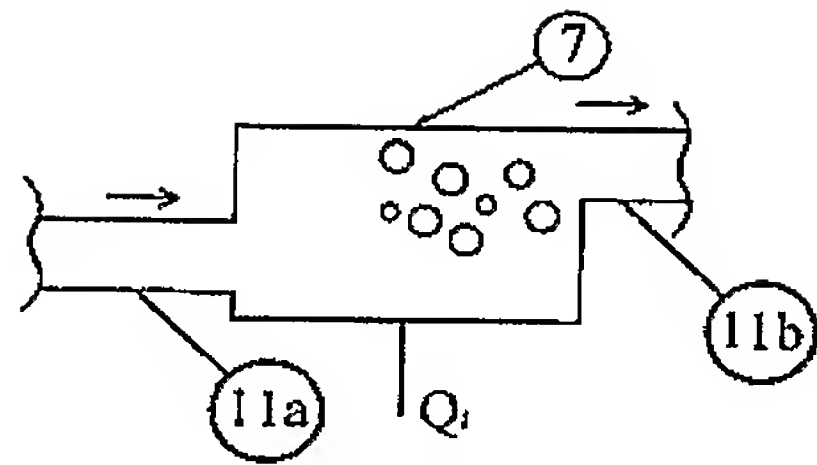


Fig. 3a

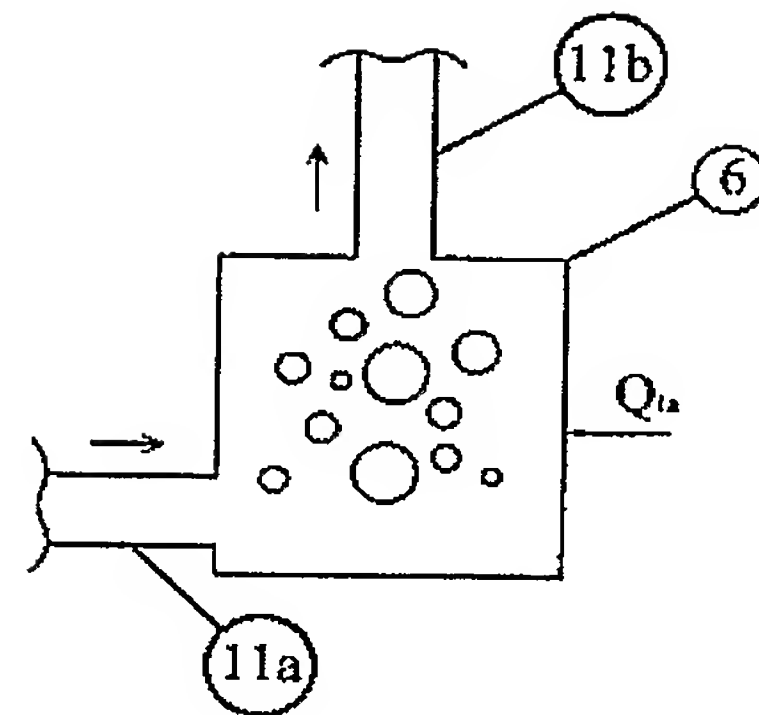


Fig. 3b

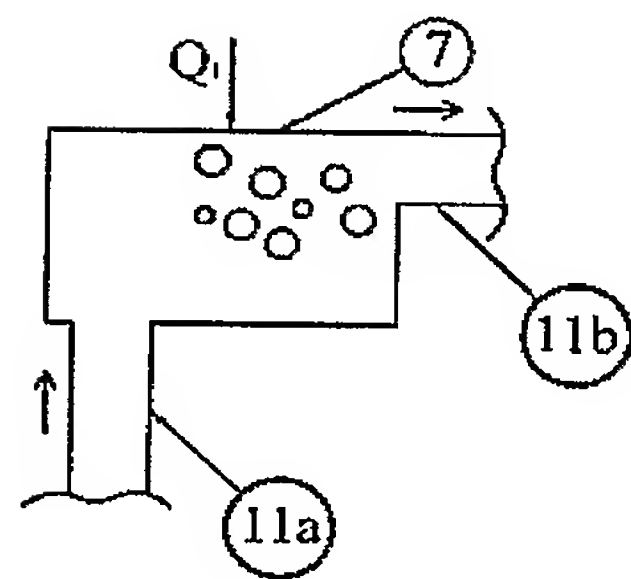


Fig. 3c

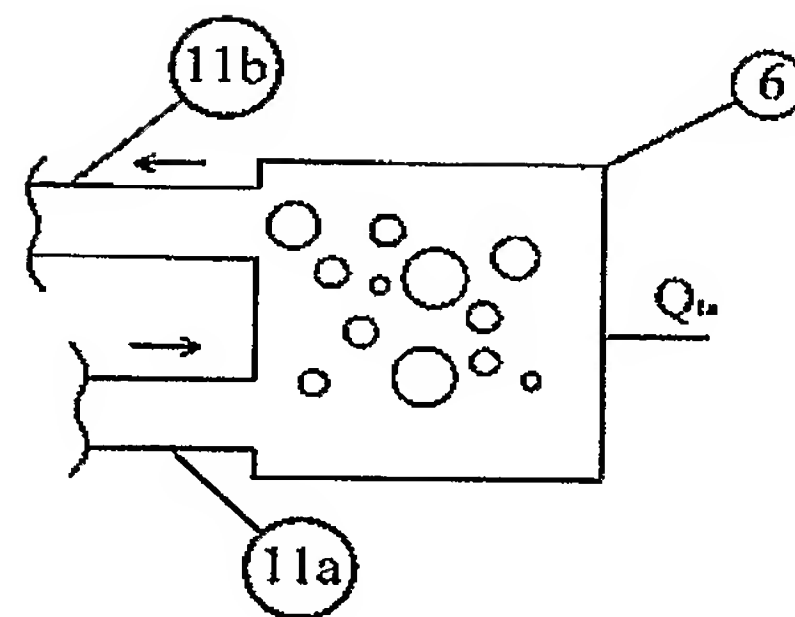
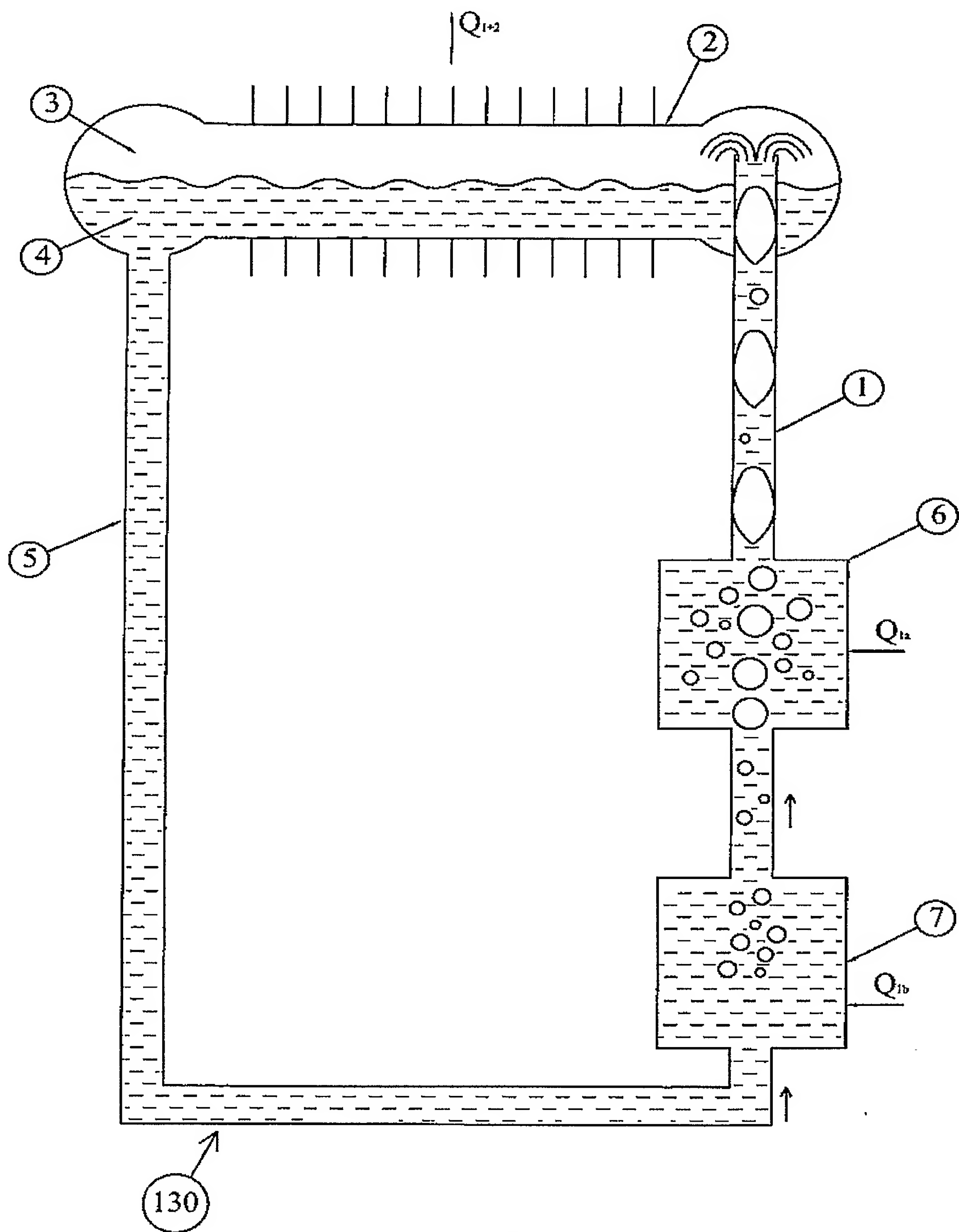
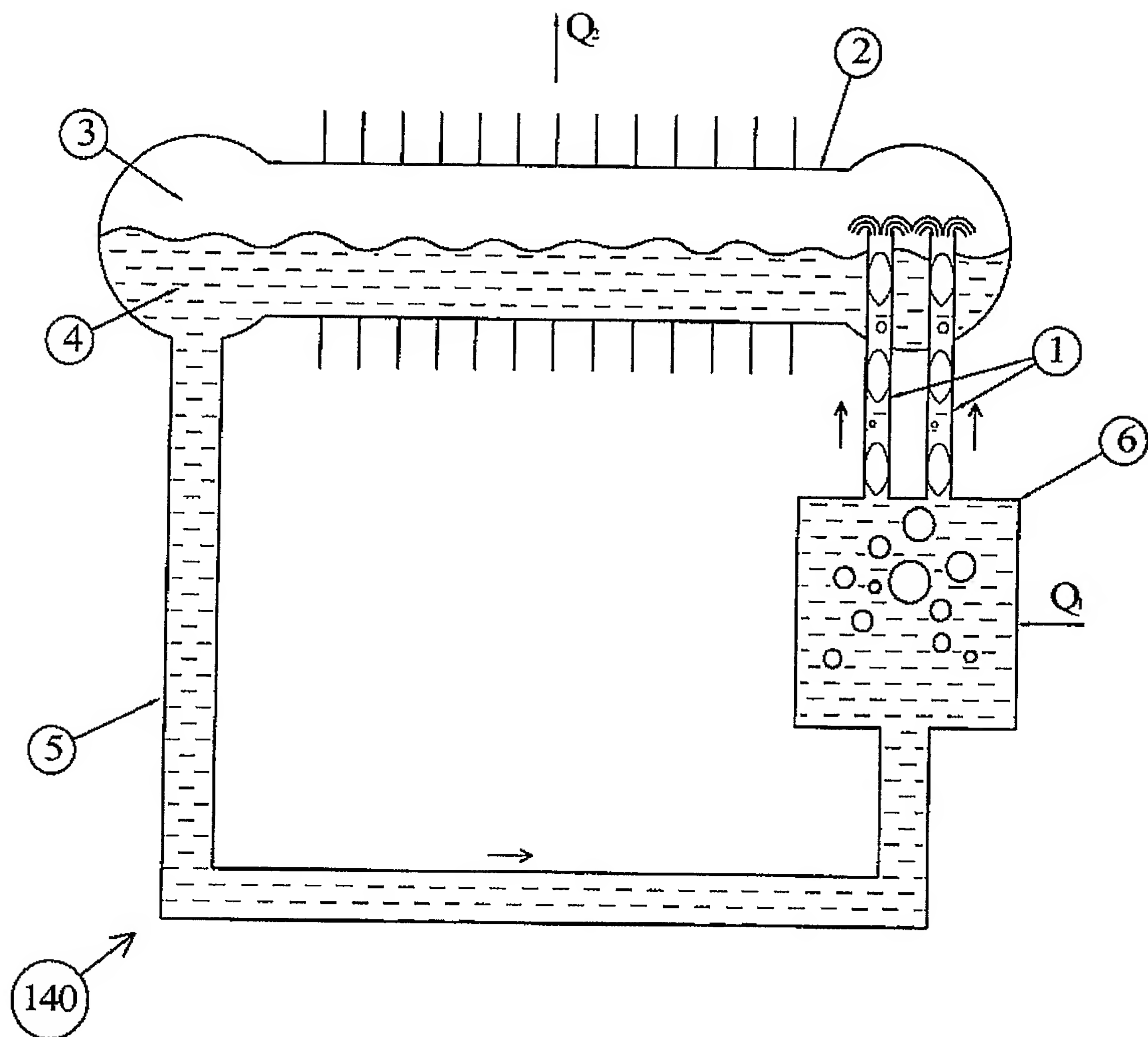


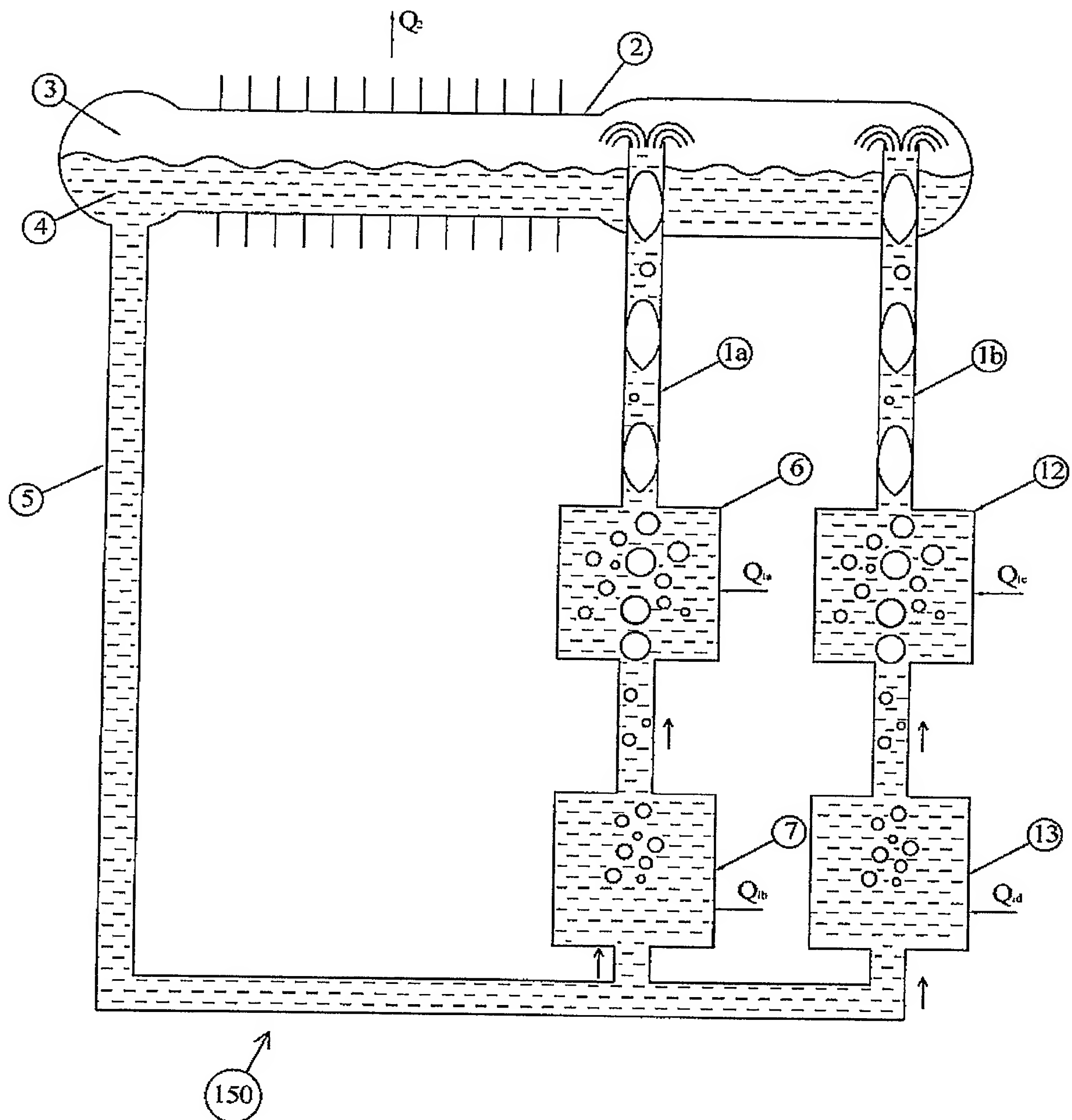
Fig. 3d



Figur 4

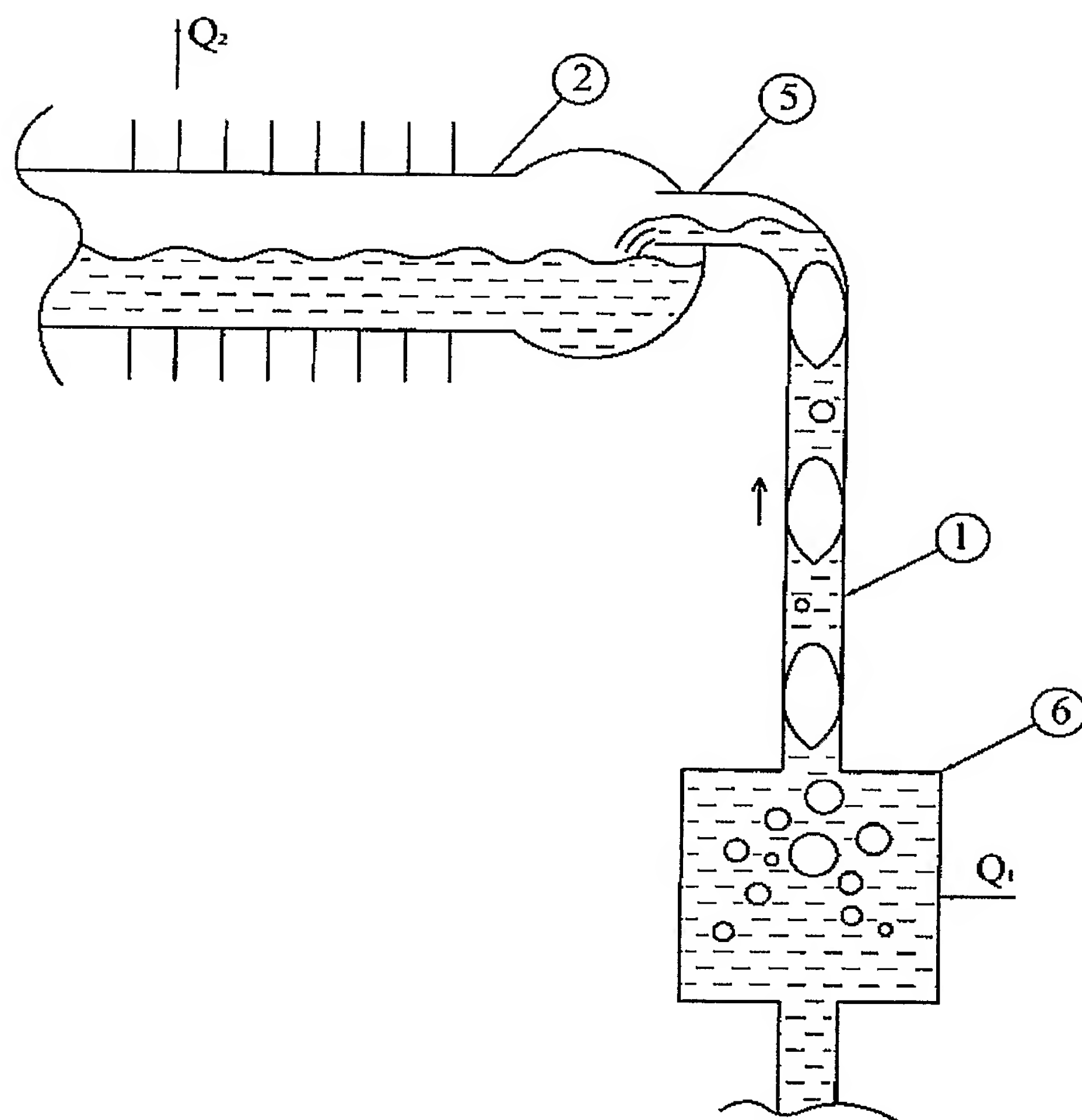


Figur 5

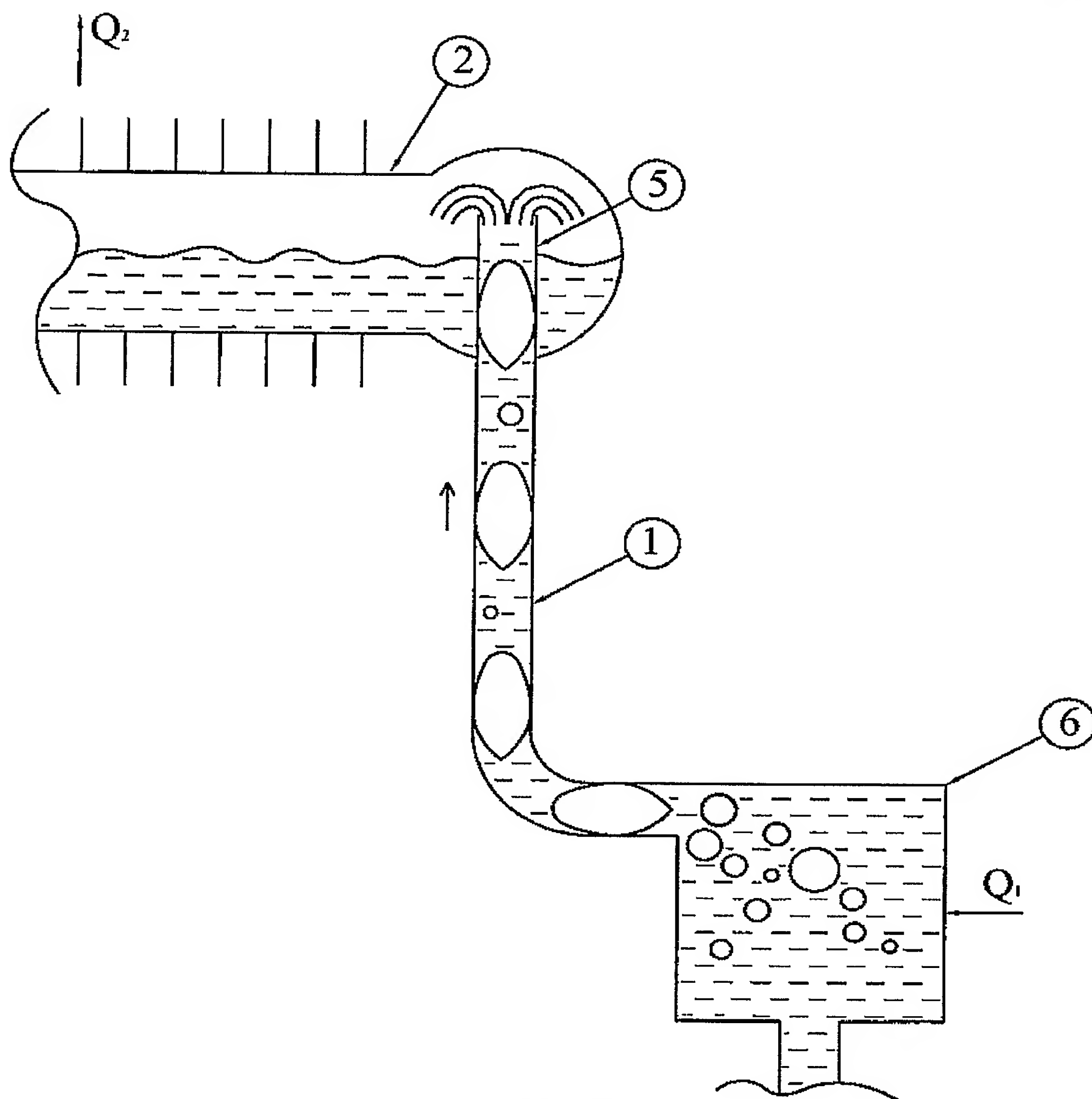


Figur 6





Figur 7



Figur 8